



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE
MADRID**

**ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERÍA
TÉCNICA DE TELECOMUNICACIÓN**

PROYECTO FIN DE CARRERA

**SISTEMA DE INFORMACIÓN
GEOGRÁFICA
CAMPUS SUR UPM**

PROYECTO FIN DE CARRERA

TEMA: Sistemas de información geográfica

TÍTULO: Sistema de información geográfica Campus Sur UPM

AUTOR: Pablo Sanguino Fortea

TUTOR: Javier Martín Rueda **VºBº.**

DEPARTAMENTO:

DIATEL (Departamento de Ingeniería y Arquitecturas Telemáticas)

Miembros del tribunal Calificador:

PRESIDENTE: Constantino Gil González

VOCAL: Javier Martín Rueda

VOCAL SECRETARIO: Javier Malagón Hernández

Fecha de lectura: 30-Septiembre-2013

Calificación: El Secretario

RESUMEN DEL PROYECTO

El proyecto consistirá en el diseño y desarrollo de una aplicación que permita consultar y visualizar información geográfica desde un dispositivo móvil, utilizando los datos geográficos del Campus Sur.

Para ello será necesario crear un modelo de datos basado en el campus y cargar los datos geográficos que vayan a ser necesarios. Todo esto se realizará mediante el producto software Smallworld Core 4.2. Además habrá que implementar un servidor que permita consultar dichos datos, el producto software utilizado para este fin será Smallworld Geospatial Server 4.2.

Para la realización de las consultas se utilizarán los servicios WMS(Web Map Service) y WFS(Web Feature Service) definidos por el OGC(Open Geospatial Consortium).

RESUMEN DEL PROYECTO

El proyecto que he realizado ha consistido en la creación de un sistema de información geográfica para el Campus Sur UPM, que puede servir de referencia para su implantación en cualquier otro campus universitario.

Esta idea surge de la necesidad por parte de los usuarios de un campus de disponer de una herramienta que les permita consultar la información de los distintos lugares y servicios del campus, haciendo especial hincapié en su localización geográfica.

Para ello ha sido necesario estudiar las tecnologías actuales que permiten implementar un sistema de información geográfica, dando lugar al sistema propuesto, que consiste en un conjunto de medios informáticos (hardware y software), que van a permitir al personal del campus obtener la información y localización de los elementos del campus desde su móvil.

Tras realizar un análisis de los requisitos y funcionalidades que debía tener el sistema, el proyecto ha consistido en el diseño e implementación de dicho sistema.

La información a consultar estará almacenada y disponible para su consulta en un equipo servidor accesible para el personal del campus.

Para ello, durante la realización del proyecto, ha sido necesario crear un modelo de datos basado en el campus y cargar los datos geográficos de utilidad en una base de datos. Todo esto ha sido realizado mediante el producto software Smallworld Core 4.2. Además, ha sido también necesario desplegar un software servidor que permita a los usuarios consultar dichos datos desde sus móviles vía WIFI o Internet, el producto utilizado para este fin ha sido Smallworld Geospatial Server 4.2.

Para la realización de las consultas se han utilizado los servicios WMS(Web Map Service) y WFS(Web Feature Service) definidos por el OGC(Open Geospatial Consortium). Estos servicios están adaptados para la consulta de información geográfica.

El sistema también está compuesto por una aplicación para dispositivos móviles con sistema operativo Android, que permite a los usuarios del sistema consultar y visualizar la información geográfica del campus. Dicha aplicación ha sido diseñada y programada a lo largo de la realización del proyecto.

Para la realización de este proyecto también ha sido necesario un estudio del presupuesto que supondría una implantación real del sistema y el mantenimiento que implicaría tener el sistema actualizado.

Por último, el proyecto incluye una breve descripción de las tecnologías futuras que podrían mejorar las funcionalidades del sistema: la realidad aumentada y el posicionamiento en el interior de edificios.

PROJECT ABSTRACT

The project I've done has been to create a geographic information system for the Campus Sur UPM, which can serve as a reference for implementation in any other college campus.

This idea arises from the need for the campus users to have a tool that allows them to view information from different places and services, with particular emphasis on their geographical location.

It has been necessary to study the current technologies that allow implementing a geographic information system, leading to the proposed system, which consists of a set of computer resources (hardware and software) that will allow campus users to obtain information and location of campus components from their mobile phones.

Following an analysis of the requirements and functionalities that the system should have, the project involved the design and implementation of the system .

The information will be stored and available on a computer server accessible to campus users.

Accordingly, during the project, it was necessary to create a data model based on campus data and load this data in a database. All this has been done by Smallworld Core 4.2 software product. In addition, it has also been necessary to deploy a server software that allows users to query the data from their phones via WIFI or Internet, the product used for this purpose has been Smallworld Geospatial Server 4.2 .

To carry out the consultations have used the services WMS (Web Map Service) and WFS (Web Feature Service) defined by the OGC (Open Geospatial Consortium). These services are tailored to the geographic information retrieval.

The system also consists of an application for mobile devices with Android operating system, which allows users to query and display geographic information related to the campus. This application has been designed and programmed over the project.

For the realization of this project has also been necessary to study the budget that would be a real system implementation and the maintenance that would have the system updated.

Finally, the project includes a brief description of future technologies that could improve the system's functionality: augmented reality and positioning inside the buildings.

Índice

1	Introducción	5
1.1	Motivación del proyecto	5
1.2	Objetivos.....	6
1.3	Estructura de la memoria	6
2	Estado del arte	8
2.1	¿Qué es un SIG?	8
2.2	Historia de los SIG.....	9
2.3	Aplicaciones SIG en Internet.....	10
2.3.1	Arquitectura cliente-servidor.....	11
2.3.2	Aplicaciones basadas en navegador	14
2.3.3	Aplicaciones basadas en producto software	16
2.4	Web Map Service (WMS) / Web Feature Service (WFS).....	17
3	Desarrollo	19
3.1	Análisis	20
3.1.1	Casos de uso	20
3.1.2	Identificación de requisitos.....	21
3.2	Diseño	22
3.2.1	Arquitectura del sistema	22
3.2.2	Modelo de datos	24
3.2.3	Servidor Smallworld.....	27
3.2.4	Aplicación cliente para dispositivos Android.....	28
3.3	Implementación	33
3.3.1	Carga de datos del Campus Sur UPM	33
3.3.2	Configuración del servidor Smallworld	35
3.3.3	Aplicación cliente para dispositivos Android.....	38

3.4	Pruebas	39
4	Presupuesto.....	40
5	Manual de usuario de la aplicación cliente	41
6	Mantenimiento	46
7	Conclusiones	47
8	Trabajos futuros.....	48
8.1	Realidad aumentada	48
8.2	Posicionamiento en el interior de edificios	50
9	Bibliografía.....	51

1 Introducción

1.1 Motivación del proyecto

Este proyecto surge de la ambición por profundizar en el desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles con sistema operativo Android, ya que me parece un campo con mucho futuro en los próximos años. Además, a lo largo de la carrera, la programación de aplicaciones telemáticas ha sido uno de mis puntos fuertes y en el que me he encontrado más cómodo.

Por otro lado, el proyecto se apoya en el conocimiento que he adquirido acerca de los Sistemas de Información Geográfica a lo largo de dos años de experiencia práctica en este sector.

A partir de estos alicientes, decidí implementar un Sistema de Información Geográfica que permitiese ser consultado por parte de los usuarios a través de una aplicación para dispositivos móviles con sistema operativo Android.

En este caso, la aplicación Android estará orientada a la visualización y consulta de la información geográfica referente a un campus universitario por parte de los alumnos de dicho campus.

Esta aplicación permitiría solventar las dudas que le pueden surgir a un nuevo alumno en sus primeros días en el campus, acerca de la localización geográfica de ciertos edificios, aulas o servicios. De esta forma, el alumno podrá ahorrarse retrasos derivados de la búsqueda de aulas o laboratorios y agilizar su familiarización con todos los elementos disponibles en el campus.

Igualmente, la aplicación podría ser utilizada por los alumnos del campus para consultar información referente a cada edificio o servicio, como puede ser el menú del día en la cafetería o los horarios del transporte público.

1.2 Objetivos

El propósito principal de este proyecto es el diseño y la implementación de un Sistema de Información Geográfica para un campus, en este proyecto se utilizará el Campus Sur UPM como ejemplo. Para ello, a continuación se describen los objetivos a cumplir:

- Analizar los datos que serán de utilidad para la consulta por parte de los alumnos del campus.
- Diseñar un modelo de datos para los elementos del campus.
- Cargar los datos referentes al Campus Sur UPM en una base de datos.
- Definir la arquitectura y los distintos elementos del sistema.
- Configurar las aplicaciones necesarias para la comunicación entre los dispositivos móviles y la base de datos.
- Diseñar, implementar y probar la aplicación cliente para el sistema operativo Android.

1.3 Estructura de la memoria

En primer lugar, como introducción, se describe la motivación por la que decidí realizar este proyecto en particular y los objetivos a cumplir a lo largo del mismo, además de la presente explicación de la estructura de la memoria.

A continuación, se realiza un breve estudio del estado del arte en la actualidad con respecto a los Sistemas de Información Geográfica y las distintas técnicas para su implementación. En esta sección se define el concepto de SIG (Sistema de información Geográfica), se hace un breve repaso por la historia de los SIG, se explica la gran expansión de los SIG en Internet y se nombran las estrategias y las aplicaciones más utilizadas en la actualidad.

La siguiente sección describe el desarrollo del proyecto, incluyendo varios apartados. En primer lugar se explica el análisis y el diseño del sistema. Posteriormente, se expone la implementación y las pruebas realizadas para comprobar su correcto funcionamiento.

Las tres siguientes secciones comprenden los planos del sistema, el presupuesto del proyecto, el manual de usuario de la aplicación Android y el mantenimiento del sistema.

En la sección consecutiva, se comentan las conclusiones a las que he llegado a lo largo de la realización del proyecto.

Seguidamente, se exponen los posibles trabajos futuros que han surgido de la realización de este proyecto para aumentar su funcionalidad.

La última sección indica la bibliografía en la que me he apoyado para la realización del proyecto y la redacción de la memoria.

2 Estado del arte

2.1 ¿Qué es un SIG?

Un Sistema de información Geográfica (SIG) es el resultado de la aplicación de las llamadas Tecnologías de la Información (TI) a la gestión de la Información Geográfica (IG).

Se puede definir un SIG como un conjunto organizado de medios informáticos (hardware, software y datos georreferenciados) diseñado para capturar, almacenar, editar y mostrar información geográfica relativa al mundo real.

También puede definirse como un modelo informatizado de una parte de la realidad, referido a un sistema de coordenadas terrestre.

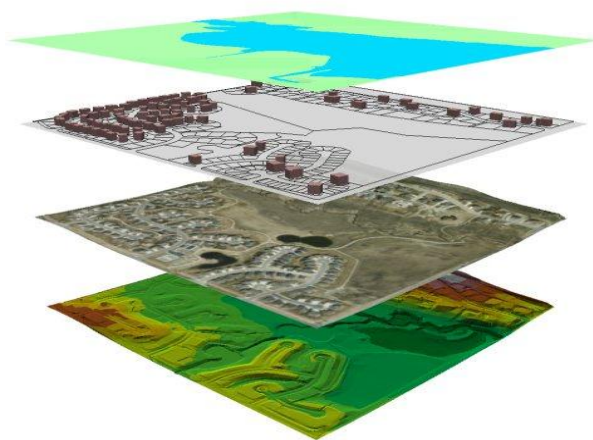
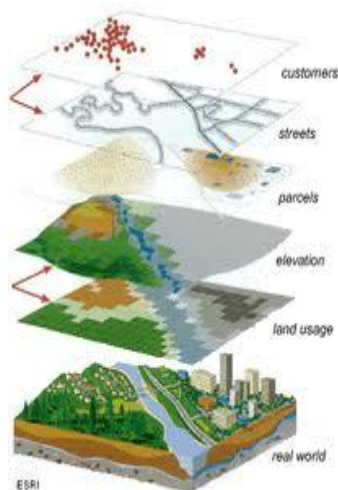
El objetivo de un SIG es satisfacer unas necesidades de información concretas que van desde la consulta de un mapa a la resolución de problemas complejos de planificación y gestión geográfica mediante el análisis y la transformación de los datos.

Los SIG pueden ser aprovechados en múltiples campos tales como las investigaciones científicas, la gestión de los recursos, la arqueología, la evaluación del impacto ambiental, la planificación urbana, la cartografía, la sociología, el marketing, etc.

Por ejemplo, un SIG puede gestionar las actuaciones de un equipo de bomberos en caso de un incendio forestal, o puede ser utilizado por una empresa de energía eléctrica para determinar los usuarios afectados por un corte en su red eléctrica.

Un SIG parte siempre de una base de datos que contiene elementos del mundo real georreferenciados. Estos elementos tienen un identificador que los diferencia unívocamente y unas coordenadas que definen su posición, además de múltiples campos que describen su comportamiento o características. De esta forma, seleccionando un lugar en un mapa, se puede conocer la información de los elementos existentes en ese lugar e, inversamente, se puede consultar un elemento en la base de datos para averiguar su localización en un mapa.

Mediante la agrupación de estos elementos en capas y el análisis de su información, un profesional puede realizar nuevas consultas y obtener representaciones geográficas que sean de utilidad en su trabajo.



2.2 Historia de los SIG

A mediados de los años 60 se creó uno de los primeros SIG en Ottawa (Ontario, Canadá). Roger Tomlinson fue contratado por la Canadian Land Inventory, donde utilizó el primer sistema de información geográfica (Canadian Gographical Information System - CGIS). Fue diseñado para almacenar, analizar y manipular datos orientados a la gestión de los vastos recursos naturales del país con información cartográfica relativa a los tipos y usos del suelo, agricultura, espacios de recreo, vida silvestre, aves acuáticas y silvicultura.

El CGIS fue el primer SIG en el mundo similar a cómo los conocemos hoy en día. Por este proyecto, el doctor Roger Tomlinson es considerado el padre de los SIG. Este programa visionario cambió la visión de la Geografía y la planificación para el uso del territorio y los recursos naturales puesto que permitía superponer capas de información,

realizar mediciones y llevar a cabo digitalizaciones y escaneos de datos. El CSIG estuvo operativo hasta la década de los 90 pero el software nunca vio la luz comercialmente.

En la década de 1970, los vendedores privados comenzaron a ofrecer SIG, M&S Computing (más tarde Intergraph) y Environmental System Research Institute (ESRI) surgieron como los principales proveedores de software SIG. Incorporaron de forma exitosa muchas de los fundamentos del CSIG como la separación de la información espacial y los atributos de los elementos, combinándolos con la organización y estructuración de dichos atributos en bases de datos.

Con el aumento del nivel tecnológico y la reducción de los precios del hardware en la década de 1980, los SIG se convirtieron en una tecnología viable para la planificación estatal y municipal.

A finales de siglo XX y principios del XXI, el crecimiento de los SIG se ha consolidado estando presentes en multitud de organismos públicos y empresas privadas. Los SIG van extendiéndose a nuevas áreas de aplicación y su fuerza e importancia aumenta cada día, conforme se adapta a nuevas aplicaciones del análisis espacial.

En los últimos años, los usuarios están empezando a exportar el concepto de visualización y manipulación de los SIG a Internet, requiriendo una estandarización de los formatos de los datos y las normas de transferencia.

2.3 Aplicaciones SIG en Internet

Debido al auge de internet, a su cada vez menores costos de acceso y a las crecientes velocidades de conexión, es natural pensar en difundir aplicaciones y servicios GIS a través de la web, así como en una intranet.

Con el empuje de grandes empresas tecnológicas, generando potentes herramientas de desarrollo (API's) y unido a la mayor potencia de los dispositivos móviles unidos a sistemas de localización por satélite, se están generando unas necesidades SIG de bajo nivel en un espectro cada vez mayor de la población.

La inclusión de una gran variedad de tecnologías como Java y ActiveX ha hecho posible desarrollar de forma relativamente cómoda aplicaciones SIG basadas en internet.

La arquitectura cliente-servidor es la más usada por este tipo de aplicaciones. Como veremos, existen diferentes estrategias para implementar esta arquitectura.

Además, dependiendo del tipo de cliente, las aplicaciones SIG en Internet se pueden dividir en aplicaciones basadas en navegador y aplicaciones basadas en producto software.

2.3.1 Arquitectura cliente-servidor

La comunicación se basa en el protocolo HTTP, el cliente envía una petición, que se procesa en el servidor, el cual genera una respuesta y la envía al cliente.

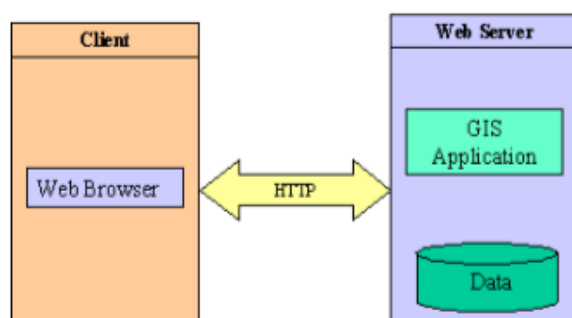
Existen diferentes estrategias para emplear la arquitectura cliente-servidor:

- Estrategias server-side
- Estrategias client-side
- Estrategias híbridas

2.3.1.1 Estrategias server-side

El cliente utiliza solamente el navegador web. No se requiere de gran potencia de procesamiento.

El resto está en el servidor. Utilizará varias herramientas de forma conjunta, con bases de datos y middleware.



Pasos:

- Un usuario hace una petición mediante el navegador
- La petición es enviada mediante internet al servidor

- El servidor procesa la petición
- La respuesta es enviada al usuario para ser vista en el navegador

Ventajas

- Si el servidor es potente, el usuario puede acceder a complejas y grandes bases de datos. También puede tener acceso a sofisticadas rutinas analíticas sin tener un hardware potente el usuario.
- Se puede tener control sobre los permisos de cada usuario con los datos.

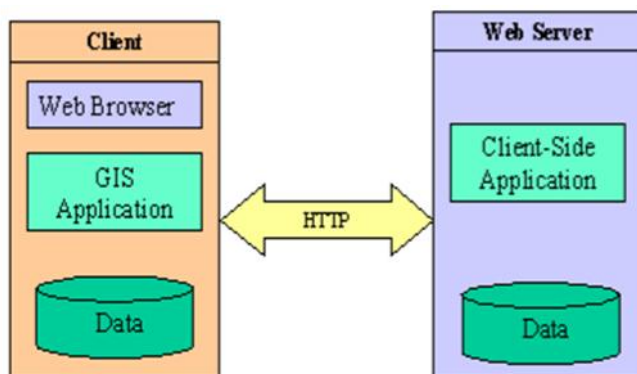
Desventajas

- El rendimiento dependerá de la conexión de internet, particularmente cuando existan transferencias de grandes archivos y datos, pudiéndose producir grandes retardos.
- Si el usuario tiene un equipo potente no se puede aprovechar esta potencia.

En general esta estrategia es mejor para aplicaciones de mercado para las masas, en donde una gran cantidad de personas tienen necesidad de pequeñas capacidades GIS.

2.3.1.2 Estrategias client-side

En esta estrategia parte del procesamiento recae en el cliente. Algunas de las capacidades se alojarán en el equipo cliente



Ventajas

- Las aplicaciones pueden usar la potencia computacional del equipo cliente y existe un mayor control por parte del usuario en el control del proceso de análisis de datos.

- Una vez que se han descargado los datos, no hacen falta más conexiones con el servidor. Se puede trabajar off-line.

Desventajas

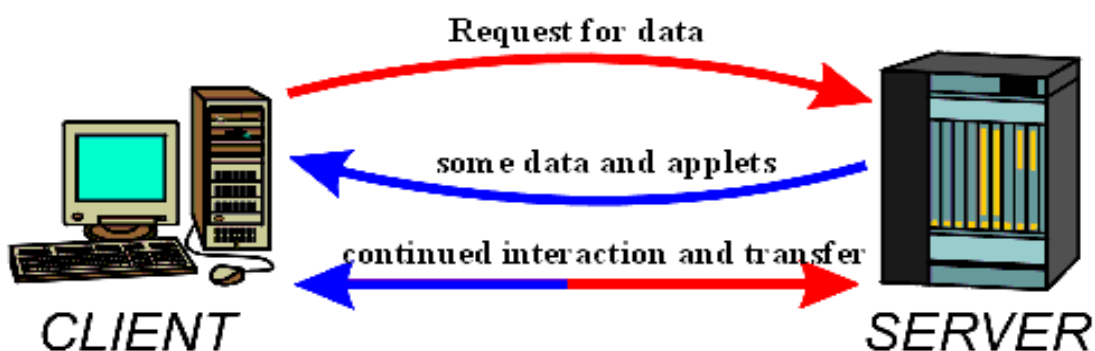
- Se pueden producir retardos elevados como consecuencia de la transmisión de la información.
- Si el equipo cliente no es muy potente pueden producirse problemas de procesamiento de grandes bases de datos, así como con complejas rutinas analíticas GIS.
- Se requiere de más conocimientos por parte del usuario para utilizar los datos y funciones de análisis.

2.3.1.3 Estrategias híbridas

Las estrategias definidas antes tienen limitaciones, las dos estrategias pueden ser combinadas para producir soluciones híbridas que se adapten mejor a las capacidades del servidor y del cliente.

Por ejemplo, las tareas que involucran pesadas bases de datos o complejos análisis pueden ser asignadas a la máquina más potente, generalmente el servidor. Por otro lado, las tareas que requieren mayor control del usuario pueden ser asignadas al cliente.

En esta situación, tanto el cliente como el servidor comparten información sobre la potencia y capacidades de cada uno, por lo que se pueden dividir las tareas de cara a maximizar el rendimiento final.



2.3.2 Aplicaciones basadas en navegador

La interacción entre el usuario y el sistema GIS se produce a través del navegador web, como Firefox o Internet Explorer.

Ventajas

- No requiere de ningún software que instalar. Se utiliza el navegador web corriente.
- Las actualizaciones se llevan a cabo en el servidor.
- La información puede ser combinada de diferentes fuentes.
- Generalmente se pueden incrustar los mapas en todo tipo de páginas web.
- Acceso desde cualquier equipo informático con internet y navegador. Gran potencial de uso en los smartphones y tablets.

Desventajas

- Dependencia con la conexión a internet.
- Problemas con la privacidad. Fotos aéreas o satelitales de alta resolución accesibles para todos.
- Se pueden monitorizar tus búsquedas.
- No suelen ofrecer tanta calidad como los programas comerciales.
- Complejo de diseñar e integrar, especialmente si se combinan diferentes fuentes.
- A veces hay dificultad de conocer la autenticidad de la información.

Ejemplos

Google Maps

- Probablemente el más conocido.
- Ofrece fotos por satélites y mapas.
- Gran cantidad de capas. El usuario puede crearlas también.
- Se pueden insertar en páginas web.
- Capacidad de búsqueda y generación de rutas.

Bing Maps

- Servicio de Microsoft similar a Google Maps.

OpenLayers

- Consiste en bibliotecas de JavaScript de código libre para visualizar datos de mapas en el navegador web.
- Soporta una gran variedad de fuentes mientras hagan uso de estándares definidos por el Open Geospatial Consortium (OGC), tales como WMS o WFS.

OpenStreetMaps

- Basado en OpenLayers.
- Los mapas se generan utilizando información capturada con dispositivos GPS móviles, ortofotografías y otras fuentes.
- Proyecto colaborativo. La gente desinteresadamente contribuye.
- El servidor principal usa PostgreSQL. Los datos se almacenan principalmente en formato vectorial.

Wikimapia

- Recurso online que combina los mapas de Google Maps con un sistema wiki. Permite a los usuarios añadir información en forma de notas de cualquier región del planeta.
- Cualquier usuario puede editar información.
- Se puede incorporar a cualquier página web.

Infraestructura de Datos Espaciales de España

- Está formado por el conjunto de Infraestructuras de Datos Espaciales, tanto a nivel nacional como regional o local en España.
- El Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente también dispone de recursos GIS.
- Ofrecen servicios de visualización, consulta y análisis de información.
- Usos: agrícola, distribución del agua, ganadería, pesca, urbanismo, etc.
- También existen equivalentes en otros países, tanto a nivel continental como a nivel regional y local.

2.3.3 Aplicaciones basadas en producto software

Las aplicaciones SIG de este tipo requieren un producto software específico que permite al usuario ver, editar y realizar análisis sobre la aplicación servidora y la base de datos de forma remota a través de Internet o de una red local.

La interacción entre el usuario y el servidor se realiza a través de una aplicación, a veces ésta aplicación podrá trabajar offline descargando los datos al cliente para subirlos de nuevo al servidor ya editados.

Existen múltiples soluciones de este tipo en la actualidad:

Software libre:

- MapServer
- GeoServer

Software de empresas comerciales:

- ArcExplorer (ESRI)
- Intergraph
- GE Smallworld

2.4 Web Map Service (WMS) / Web Feature Service (WFS)

WMS Y WFS son servicios estandarizados definidos por el Open Geospatial Consortium (OGC) para la generación de mapas de datos espaciales de forma dinámica y la consulta de datos espaciales respectivamente.

Algunas operaciones definidas por el WMS son:

- Cómo solicitar los mapas y cómo son devueltos por el servidor (petición GetMap).
- Cómo obtener información sobre los elementos georreferenciados contenidos en estos mapas (petición GetFeatureInfo).
- Cómo obtener información sobre qué tipo de peticiones WMS puede manejar el servidor (petición GetCapabilities).

Algunas operaciones definidas por el WFS son:

- Cómo solicitar información sobre los elementos georreferenciados (petición GetFeature).
- Cómo solicitar información sobre la estructura de los elementos georreferenciados (petición DescribeFeatureType).
- Cómo obtener y proveer información sobre qué tipo de peticiones WFS puede manejar el servidor (petición GetCapabilities).

Las peticiones de los servicios WMS/WFS son invocadas a través del protocolo HTTP mediante URL's que admiten parámetros. Por ejemplo, la petición WMS “GetMap” puede contener el formato de la imagen devuelta, el sistema de coordenadas y las dimensiones del mapa generado.

La respuesta a estas peticiones es generada como un fichero en formato GML (especificación para datos geográficos de XM) que contiene la información requerida.

Un posible ejemplo de petición WMS “GetMap” con parámetros:

```
http://www.idee.es/wms/PNOA/PNOA?REQUEST=GetMap&VERSION=1.1.1&SERVICE=WMS&SRS=EPSG:25830&BBOX=621273.70693,4415651.72439,624119.18488,4418025.77891&WIDTH=1008&HEIGHT=841&LAYERS=pnoa&STYLES=default&FORMAT=image/jpeg
```

Los mapas producidos se generan normalmente en formato de imagen (PNG, GIF o JPEG).

En la actualidad juegan un papel importante en el desarrollo de aplicaciones de tipo espacial debido a su gran utilidad como servicio de mapas, permitiendo acceder a la información geográfica remotamente.

Los datos geográficos almacenados en una base de datos pueden ser consultados a través de un servidor que implemente los servicios WMS/WFS. Mediante la invocación de las operaciones WMS/WFS y el tratamiento de los ficheros XML devueltos por un servidor se pueden programar clientes SIG complejos.

Existen gran cantidad de servidores WMS en la actualidad, un posible ejemplo con la base de datos catastral se puede encontrar a través de la siguiente dirección:

<https://ovc.catastro.meh.es/Cartografia/WMS/ServidorWMS.aspx?>

3 Desarrollo

El desarrollo de este proyecto se ha llevado a cabo en diferentes fases.

En primer lugar, en la fase de análisis, se han identificado los casos de uso que deberá soportar el sistema y los requisitos funcionales y no funcionales.

En la siguiente fase, la fase de diseño, hay varios bloques, la definición de la arquitectura del sistema, la definición del modelo de datos que usará el sistema, el diseño del servidor y el diseño de la aplicación cliente.

En la fase de implementación, se ha llevado a cabo la carga de los datos reales del Campus Sur UPM respecto al modelo de datos diseñado, la configuración del servidor y la implementación de la aplicación cliente.

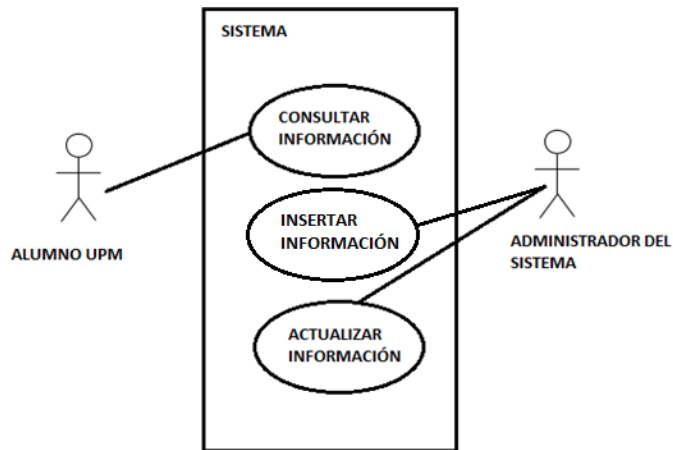
Por último, en la fase de pruebas, se realizaron pruebas para comprobar el correcto funcionamiento del sistema.

Todas estas fases son descritas detalladamente en los siguientes apartados.

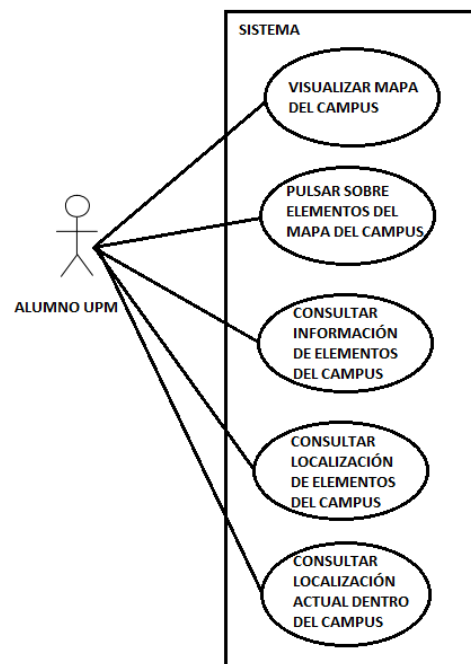
3.1 Análisis

3.1.1 Casos de uso

El siguiente diagrama muestra los casos de uso generales del sistema:



El siguiente diagrama muestra los casos de uso desglosados del caso de uso "CONSULTAR INFORMACIÓN":



3.1.2 Identificación de requisitos

3.1.2.1 Funcionales

- El sistema debe permitir a los usuarios visualizar el mapa del campus.
- El sistema debe permitir a los usuarios pulsar sobre un elemento del mapa del campus para obtener la información relativa a dicho elemento.
- El sistema debe permitir a los usuarios buscar un elemento del campus y obtener la información relativa a dicho elemento.
- El sistema debe permitir a los usuarios buscar un elemento del campus y obtener la localización de dicho elemento.
- El sistema debe permitir a los usuarios conocer su localización actual dentro del campus.
- El sistema debe permitir a los administradores insertar la información relativa al campus.
- El sistema debe permitir a los administradores actualizar la información relativa al campus.

3.1.2.2 No funcionales

- El sistema debe estar disponible en cualquier momento.
- El sistema debe estar disponible para cualquier alumno del campus que disponga de un dispositivo con S.O. Android conectado a la red WIFI del campus.
- El sistema debe permitir consultas de varios usuarios concurrentes.

3.2 Diseño

3.2.1 Arquitectura del sistema

La arquitectura elegida para el sistema está basada en el modelo cliente-servidor con una estrategia híbrida donde la mayor parte del procesamiento se realizará en el cliente.

La parte cliente estará compuesta por un dispositivo con S.O. Android y una aplicación software instalada que se encargará de comunicarse con el servidor. Varios dispositivos clientes podrán comunicarse con el servidor concurrentemente.

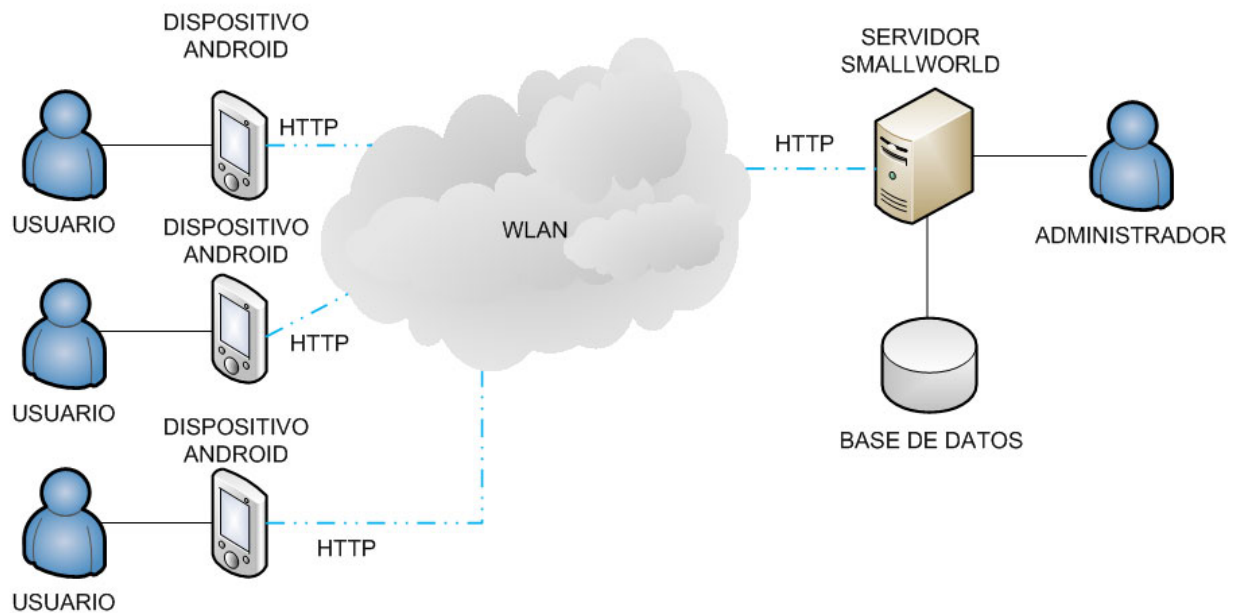
La parte servidora estará compuesta por una máquina servidora y los productos Smallworld instalados que se encargarán de procesar las peticiones de los clientes. Además, será necesaria una base de datos para almacenar la información georreferenciada referente al campus.

El administrador del sistema podrá acceder a la inserción o actualización de elementos en la base de datos a través del servidor Smallworld. También tendrá la tarea de configurar y mantener dicho servidor.

El servidor Smallworld deberá estar respaldado por algún mecanismo de alta disponibilidad para protegerse frente a los fallos y asegurar la disponibilidad del sistema en todo momento

La comunicación entre cliente y servidor se realizará mediante peticiones y respuestas WMS/WFS a través del protocolo HTTP. Esta comunicación será posible siempre que los clientes estén conectados a la misma red que el servidor, en este caso la red WIFI del campus.

El siguiente diagrama representa la arquitectura del sistema:



3.2.2 Modelo de datos

Para el diseño del modelo de datos que utilizará el SIG Campus Sur, se analizó previamente los elementos del campus que podrían ser de interés para los alumnos. De esta forma se concretaron los siguientes elementos con sus correspondientes atributos (entre paréntesis el tipo de cada atributo):

- Escuelas
 - Nombre (cadena de caracteres)
 - Dirección (cadena de caracteres)
 - Horario (cadena de caracteres)
 - Teléfono (cadena de caracteres)
 - Entrada (geometría puntual)
 - Extensión (área geométrica)
- Servicios (bibliotecas, cafeterías, secretarías, publicaciones)
 - Nombre (cadena de caracteres)
 - Tipo (cadena de caracteres)
 - Dirección (cadena de caracteres)
 - Horario (cadena de caracteres)
 - Teléfono (cadena de caracteres)
 - Menú semanal (para las cafeterías)
 - Entrada (geometría puntual)
 - Extensión (área geométrica)
- Instalaciones deportivas
 - Nombre (cadena de caracteres)
 - Deportes (cadena de caracteres)
 - Horario (cadena de caracteres)
 - Entrada (geometría puntual)
 - Extensión (área geométrica)
- Estaciones de autobús
 - Nombre (cadena de caracteres)
 - Líneas (cadena de caracteres)
 - Frecuencias (cadena de caracteres)
 - Entrada (geometría puntual)

- Estaciones de metro
 - Nombre (cadena de caracteres)
 - Líneas (cadena de caracteres)
 - Frecuencias (cadena de caracteres)
 - Entrada (geometría puntual)
- Estaciones de tren
 - Nombre (cadena de caracteres)
 - Líneas (cadena de caracteres)
 - Frecuencias (cadena de caracteres)
 - Entrada (geometría puntual)
- Zonas de aparcamiento
 - Extensión (área geométrica)
- Zonas de césped
 - Extensión (área geométrica)

Este modelo de datos puede ser ampliado para contener más elementos pero con los ya definidos, los alumnos tendrían suficiente información de los elementos más importantes del campus.

Además de estos elementos, el sistema contará con una capa de ortofotos aéreas de la zona del Campus Sur y sus alrededores. Estas ortofotos fueron obtenidas gratuitamente de la web del proyecto PNOA (Plan Nacional de Ortofotografía Aérea) del IGN (Instituto Geográfico Nacional) en formato ECW.

Mediante esta capa los usuarios del sistema tendrán una visión aérea de donde están situados los elementos del campus y el administrador del sistema dispondrá de una referencia en el momento de insertar los datos geográficos.



Las aplicaciones Smallworld instaladas en el servidor disponen de la funcionalidad necesaria para crear una base de datos basada en este modelo de datos y poblarla con los elementos del Campus Sur.

3.2.3 Servidor Smallworld

El software necesario para implementar las funcionalidades descritas en el análisis ya está implementado, por lo que su diseño no forma parte del proyecto. Para el desarrollo del sistema se han utilizado los productos privados Smallworld. Se podría haber utilizado algún software libre disponible gratuitamente que ofreciese la misma funcionalidad, pero me decanté por estos productos ya que durante la realización del proyecto estoy trabajando en la empresa Smallworld y, por lo tanto, tengo acceso a dichos productos y estoy familiarizado en el uso de los mismos.

El único requisito del software utilizado será que implemente los servicios WMS/WFS necesarios para la comunicación con los clientes del sistema.

El servidor del SIG Campus Sur se implementará mediante una máquina servidora con los siguientes productos instalados:

- Smallworld Core Spatial Technology
- Smallworld GeoSpatial Server

El sistema operativo de este servidor dependerá de los requisitos de estos productos, siendo posible su instalación en los siguientes sistemas operativos:

- Windows Server
- HP-UX
- AIX
- Solaris
- Linux

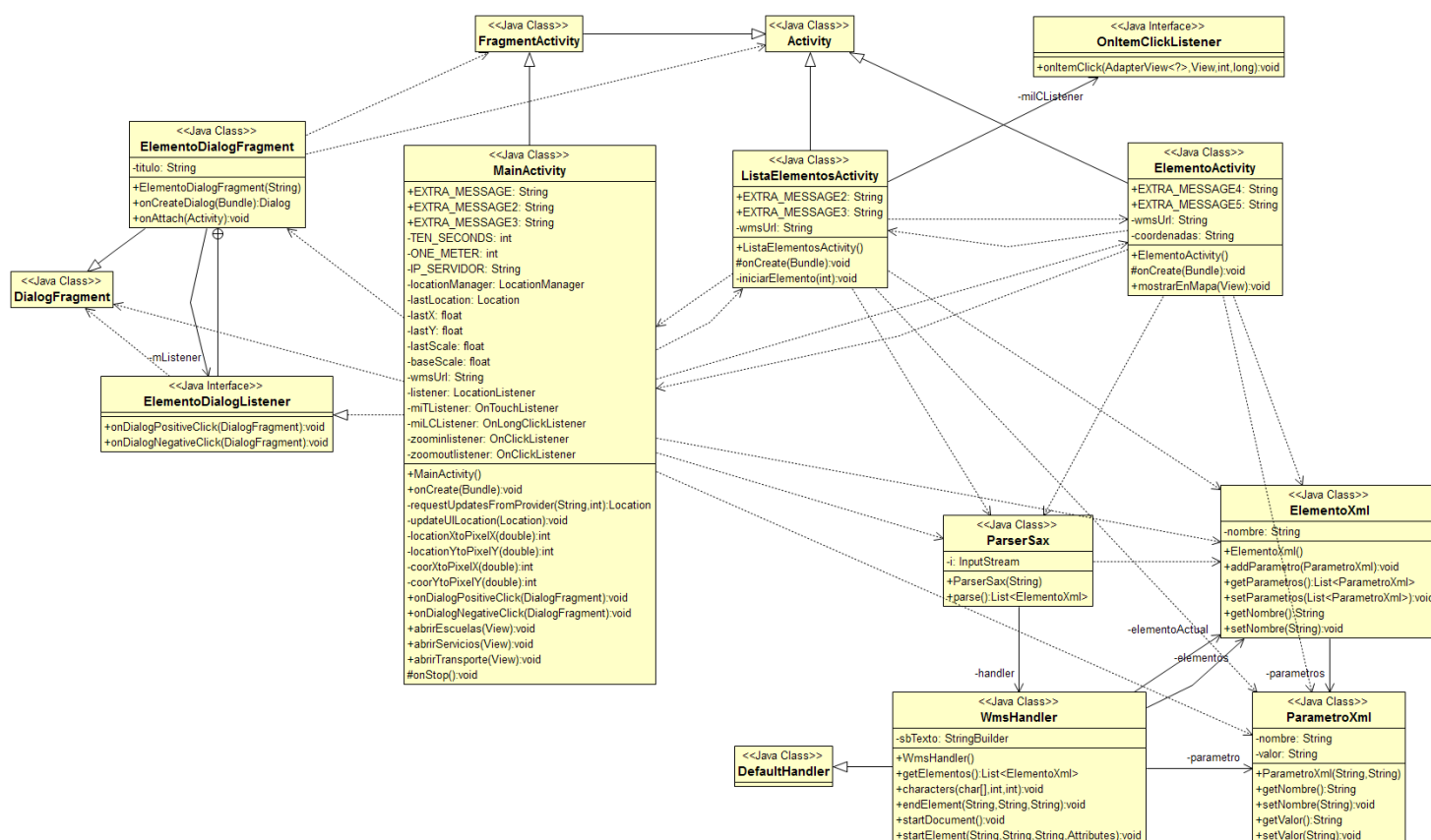
3.2.4 Aplicación cliente para dispositivos Android

En esta sección se explica el diseño de la aplicación cliente, dicha aplicación será desarrollada en el lenguaje de programación Java ya que es el lenguaje en el que se programan las aplicaciones para el sistema operativo Android.

En los siguientes apartados se definen las clases que tendrán que ser programadas para que la aplicación permita realizar las funcionalidades definidas anteriormente.

3.2.4.1 Diagrama de clases UML

A continuación, se expone el diagrama de clases propuesto para la aplicación, siguiendo el estándar UML:



3.2.4.2 Descripción de las clases

Las clases presentes en el diagrama anterior, así como su cometido dentro de la aplicación, se detallan en las siguientes líneas:

MainActivity: Clase principal de la aplicación. Extiende la clase `FragmentActivity`, que a su vez extiende a la clase `Activity` (uno de los componentes básicos de cualquier aplicación Android, que lleva asociada una pantalla o interfaz de usuario) añadiéndole la funcionalidad necesaria para mostrar el diálogo requerido cuando un usuario selecciona un elemento sobre el mapa.

Representa la pantalla inicial de la aplicación que visualizará un usuario al iniciar la aplicación.

Contiene el mapa del Campus obtenido a través de una petición WMS al servidor, y sus controles de zoom. Además, se mostrarán los botones de búsqueda "Escuelas", "Servicios" y "Transportes" que permitirán al usuario buscar un elemento del Campus en concreto. Cuando el usuario pulse sobre uno de estos botones, el flujo de ejecución será delegado en la clase `ListaElementosActivity`, pasándole la URL de petición WFS que le permita obtener la lista de elementos correspondiente.

Por otro lado, esta clase activa un hilo de ejecución aparte, encargado de detectar la posición geográfica actual del usuario a partir de los sensores de localización del dispositivo. Los eventos de este hilo serán recogidos de forma que se actualice el icono de la posición actual del usuario en el mapa del campus. También se actualiza el icono de la posición del posible elemento seleccionado por un usuario.

Esta clase también detecta la pulsación prolongada del usuario sobre el mapa para seleccionar elementos, delegando el flujo de ejecución en la clase `ElementoDialogFragment`.

También implementa la interfaz `ElementoDialogListener`, lo que le permite procesar la respuesta del usuario en la clase `ElementoDialogFragment` y delegar, si es necesario, el flujo de ejecución en la clase `ElementoActivity` pasándole la URL de petición WFS que le permita obtener la información del elemento correspondiente.

Además, esta clase detecta las pulsaciones sobre los controles de zoom y los desplazamientos sobre el mapa que permitirán al usuario navegar por dicho mapa.

ListaElementosActivity: Clase que representa la pantalla de la aplicación que contendrá la lista de resultados de la búsqueda "Escuelas", "Servicios" o "Transportes". Extiende la clase Activity ya que lleva asociada una pantalla o interfaz de usuario.

Esta clase será invocada cuando el usuario pulse cualquiera de los botones de búsqueda "Escuelas", "Servicios" y "Transportes" contenidos en la clase MainActivity.

Contendrá la lista de elementos generada por la clase ParserSax a partir de la respuesta del servidor a la petición WFS correspondiente.

Esta clase implementa la interfaz OnItemClickListener, de forma que detecta la pulsación sobre un elemento de la lista por parte de un usuario, delegando el flujo de ejecución en la clase ElementoActivity, pasándole la URL de petición WFS que le permita obtener la información del elemento correspondiente.

ElementoActivity: Clase que representa la pantalla de la aplicación que contendrá el listado de parámetros de un elemento y un botón para mostrar su posición en el mapa. Extiende la clase Activity ya que lleva asociada una pantalla o interfaz de usuario.

Esta clase será invocada cuando el usuario confirme el diálogo que surge al realizar el usuario una pulsación prolongada sobre un elemento del mapa contenido en la clase MainActivity. También será invocada cuando el usuario seleccione un elemento de la lista contenida en la clase ListaElementosActivity.

Contendrá la información del elemento generada por la clase ParserSax a partir de la respuesta del servidor a la petición WFS correspondiente.

Además, contendrá un botón que permitirá mostrar la posición geográfica del elemento en el mapa del Campus. Para ello, cuando este botón sea pulsado por el usuario, se delegará el flujo de ejecución en la clase MainActivity, pasándole las coordenadas geográficas del elemento.

ElementoDialogFragment: Clase que representa el diálogo de la aplicación que se muestra al realizar una pulsación prolongada sobre un elemento del mapa. Extiende la clase DialogFragment ya que lleva asociada un diálogo embebido en la interfaz de usuario.

Esta clase será invocada cuando el usuario realice una pulsación prolongada sobre un elemento del mapa contenido en la clase MainActivity.

El título del diálogo será el nombre del elemento seleccionado. Contendrá un texto que pregunte al usuario si desea más información acerca del elemento en cuestión y dos botones que permitan al usuario aceptar o cancelar.

ParserSax: Clase que representa el parser SAX que se usará para parsear el fichero XML que devuelven las peticiones WMS/WFS.

Esta clase se encarga de realizar la petición WMS/WFS al servidor, almacenar el fichero XML devuelto y transformarlo en información procesable para el resto de clases de la aplicación mediante un proceso de “parseo” que llevará a cabo la clase WmsHandler. La información devuelta siempre será una lista de elementos de la clase ElementoXml.

WmsHandler: Manejador que utilizará la clase ParserSax para extraer la información de un fichero XML devuelto por el servidor en respuesta a una petición WMS/WFS. Los métodos de su clase padre DefaultHandler están sobrescritos según las necesidades para el formato y estructura del fichero XML a tratar.

ElementoXml: Clase que representa un elemento parseado de un fichero XML devuelto por el servidor en respuesta a una petición WMS/WFS.

Está formado por el nombre del elemento y una lista de parámetros de la clase ParametroXml.

ParametroXml: Clase que representa un parámetro de un elemento parseado de un fichero XML devuelto por el servidor en respuesta a una petición WMS/WFS.

Está formado por el nombre y el valor del parámetro.

3.3 Implementación

La máquina utilizada como servidor SIG en la implementación y las pruebas del proyecto ha sido mi propio portátil con S.O. Windows 7, suficiente para la realización de este proyecto. Si el sistema se implementase en un entorno real de producción sería necesaria una máquina y un S.O. con recursos suficientes para dar un servicio estable a un número de usuarios elevado.

3.3.1 Carga de datos del Campus Sur UPM

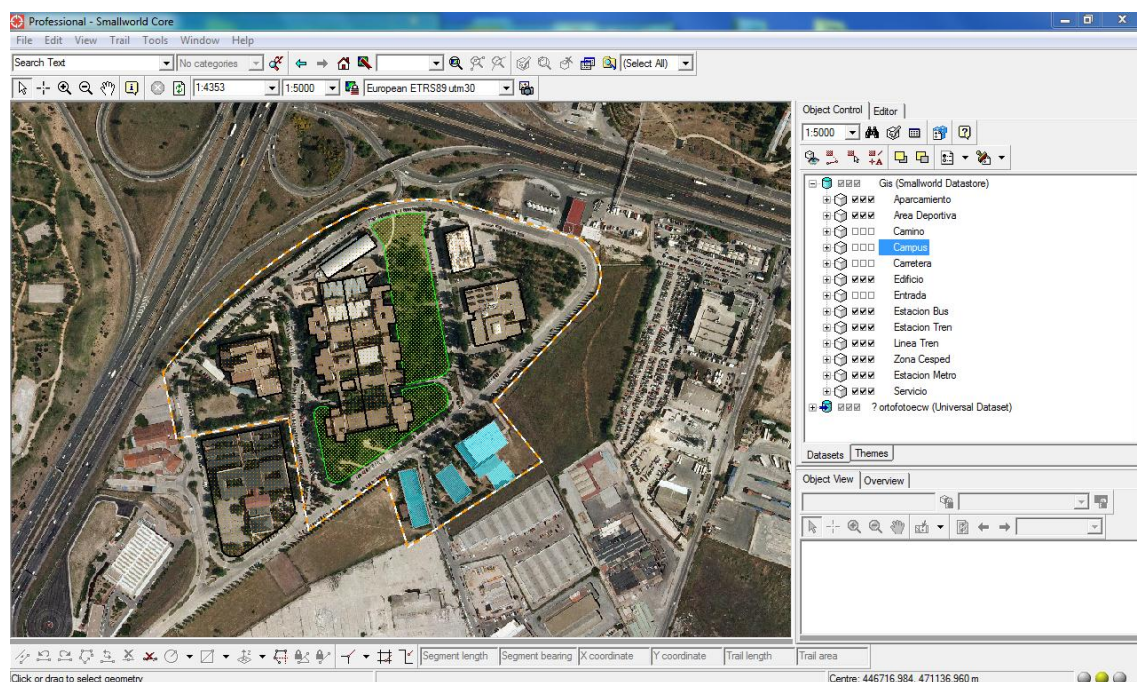
Una vez instalado el producto Smallworld Core Spatial Technology en la máquina que actúa como servidor del sistema, se ha realizado la carga de datos mediante las aplicaciones disponibles en éste producto. La base de datos del servidor será almacenada con el formato Smallworld en el propio sistema de ficheros de la máquina servidora.

Este proceso ha constado de dos fases, en primer lugar se creó una base de datos vacía y se configuró con el modelo de datos definido en el diseño del sistema, incluyendo las tablas mencionadas y sus campos correspondientes. Además de configuró esta base de datos para almacenar las coordenadas geográficas de los datos en el sistema de coordenadas ETRS89 con la proyección UTM 30 Norte como corresponde a la mayoría del territorio español. Las unidades escogidas para almacenar estas coordenadas fueron los milímetros.

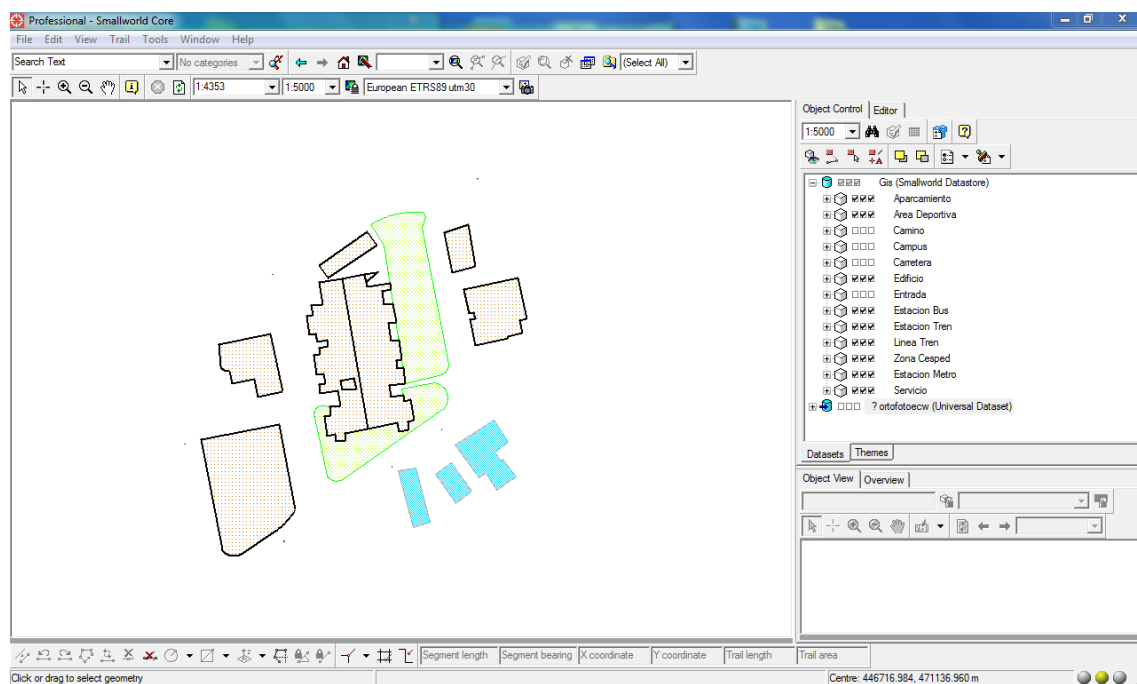
En segundo lugar, se capturaron los datos del Campus Sur UPM utilizando como referencia la capa de ortofotos aéreas para dibujar las geometrías de los elementos del campus en sus posiciones geográficas correspondientes.

Para realizar estas tareas solo me hizo falta seguir las indicaciones de la documentación del producto Smallworld Core Spatial Technology.

En esta captura, se puede ver el mapa con la capa de las ortofotos aéreas superpuesta con las geometrías de los datos del Campus Sur UPM:



En esta otra captura se ven únicamente las geometrías de los datos del Campus Sur UPM:



3.3.2 Configuración del servidor Smallworld

Una vez los datos del Campus Sur UPM estuvieron cargados en la base de datos del servidor, la siguiente tarea ha consistido en la configuración del servidor. Para ello ha sido necesario tener instalado el producto Smallworld GeoSpatial Server.

Mediante este producto se puede ejecutar un servidor de aplicaciones (JBoss) con capacidad para comunicarse con la base de datos del servidor.

La parte más importante de la configuración de este producto es la definición, en un fichero de configuración, de la dirección IP que utilizará la máquina servidora en la red que dará soporte al sistema.

Además, será necesaria la implementación de los servicios WMS/WFS que serán utilizados para la comunicación con los clientes. El producto Smallworld GeoSpatial Server ya incluye una implementación de estos servicios por lo que solo ha sido necesaria la activación de los mismos, siguiendo la documentación del producto Smallworld GeoSpatial Server, para empezar a ofrecer el servicio.

Una vez que el servidor está activo, se pueden realizar consultas WMS/WFS desde un navegador tal como Internet Explorer para comprobar su correcto funcionamiento.

Un ejemplo de petición WFS al servidor sería la siguiente, donde la *direcciónIP* será la configurada anteriormente:

```
http://<direcciónIP>:8080/gssogc/ogc?request=GetFeature&service=WFS&version=1.1.0&typename=estacion_bus
```

Esta petición devolvería un fichero XML con la información acerca de todas las estaciones de autobús almacenadas en la base de datos.

El formato del fichero XML devuelto sería el siguiente:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<wfs:FeatureCollection xmlns:wfs="http://www.opengis.net/wfs"
  xmlns:sw="http://www.gesmallworld.com/sw"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  xmlns:swgml="http://www.gesmallworld.com/swgml"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"
  xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
```

```

xsi:schemaLocation="http://www.gesmallworld.com/sw
http://192.168.83.1:8080/gss/resource/xsd/gis.estacion_bus.xsd?token=1259709119"
numberOfFeatures="7" timeStamp="2013-09-01T19:49:00.136+02:00">
<gml:boundedBy>
  <gml:Envelope srsName="europe_utm30_etr89_mm">
    <gml:lowerCorner>4.46440833E8 4.70403152E8</gml:lowerCorner>
    <gml:upperCorner>4.46939267E8 4.71379473E8</gml:upperCorner>
  </gml:Envelope>
</gml:boundedBy>
<gml:featureMembers>
  <sw:gis.estacion_bus

gml:id="swrefVrecordVdatasetZgisVcollectionZestacion_busVkeysZ540">
  <sw:nombre>[BUS] C.P. Educacion Especial</sw:nombre>
  <sw:lineas>E</sw:lineas>
  <sw:geometria>
    <gml:Point>
      <gml:pos>4.46440833E8 4.7104128E8</gml:pos>
    </gml:Point>
  </sw:geometria>
</sw:gis.estacion_bus>
<sw:gis.estacion_bus

gml:id="swrefVrecordVdatasetZgisVcollectionZestacion_busVkeysZ527">
  <sw:nombre>[BUS] Informatica</sw:nombre>
  <sw:lineas>E</sw:lineas>
  <sw:geometria>
    <gml:Point>
      <gml:pos>4.46705069E8 4.71012836E8</gml:pos>
    </gml:Point>
  </sw:geometria>
</sw:gis.estacion_bus>
<sw:gis.estacion_bus

gml:id="swrefVrecordVdatasetZgisVcollectionZestacion_busVkeysZ536">
  <sw:nombre>[BUS] Instituto Palomeras</sw:nombre>
  <sw:lineas>E</sw:lineas>
  <sw:geometria>
    <gml:Point>
      <gml:pos>4.46568033E8 4.70917269E8</gml:pos>
    </gml:Point>
  </sw:geometria>
</sw:gis.estacion_bus>
<sw:gis.estacion_bus

gml:id="swrefVrecordVdatasetZgisVcollectionZestacion_busVkeysZ555">
  <sw:nombre>[BUS] Av. Democracia</sw:nombre>
  <sw:lineas>E,54,58,103,130,142,143,H1,T31</sw:lineas>
  <sw:geometria>
    <gml:Point>
      <gml:pos>4.46939267E8 4.70403152E8</gml:pos>
    </gml:Point>
  </sw:geometria>

```

```

        </sw:gis.estacion_bus>
        <sw:gis.estacion_bus

gml:id="swrefVrecordVdatasetZgisVcollectionZestacion_busVkeysZ635">
    <sw:nombre>[BUS] Av. Mediterraneo</sw:nombre>

    <sw:lineas>E,63,145,311,312,331,332,333,334,336,337,339</sw:lineas>
    <sw:geometria>
        <gml:Point>
            <gml:pos>4.46813927E8 4.71379473E8</gml:pos>
        </gml:Point>
    </sw:geometria>
</sw:gis.estacion_bus>
<sw:gis.estacion_bus

gml:id="swrefVrecordVdatasetZgisVcollectionZestacion_busVkeysZ522">
    <sw:nombre>[BUS] Telecomunicaciones y topografía</sw:nombre>
    <sw:lineas>E</sw:lineas>
    <sw:geometria>
        <gml:Point>
            <gml:pos>4.46553147E8 4.71257533E8</gml:pos>
        </gml:Point>
    </sw:geometria>
</sw:gis.estacion_bus>
<sw:gis.estacion_bus

gml:id="swrefVrecordVdatasetZgisVcollectionZestacion_busVkeysZ531">
    <sw:nombre>[BUS] Polideportivo</sw:nombre>
    <sw:lineas>E</sw:lineas>
    <sw:geometria>
        <gml:Point>
            <gml:pos>4.4676847E8 4.71059888E8</gml:pos>
        </gml:Point>
    </sw:geometria>
</sw:gis.estacion_bus>
</gml:featureMembers>
</wfs:FeatureCollection>

```

Como se puede observar, se pueden extraer los datos de todas las estaciones de autobús, entre ellos las coordenadas geométricas.

El formato de las peticiones WMS/WFS fue consultado en la documentación del producto Smallworld GeoSpatial Server.

El servidor Smallworld deberá estar activo en todo momento para recibir peticiones por parte de los clientes.

3.3.3 Aplicación cliente para dispositivos Android

Para la implementación de la aplicación cliente, fue necesario configurar el entorno de desarrollo.

La descarga e instalación del Android SDK (Software Development Kit) es el primer requisito para la configuración de este entorno ya que proporciona el API necesario para el desarrollo de aplicaciones Android.

La plataforma de desarrollo utilizada ha sido el software Eclipse en su versión “Juno”, junto con el plugin ADT (Android Development Toolkit) que incorpora funcionalidades específicas para el desarrollo de aplicaciones Android.

De esta forma, se dispone de un entorno que permite la implementación de la aplicación cliente del sistema SIG y la conexión de un dispositivo móvil con S.O. Android para testear la ejecución de la aplicación a lo largo de su implementación. Esto hace que el desarrollo sea cómodo y eficaz. Además todo el software mencionado se encuentra disponible gratuitamente.

Con el entorno previamente configurado, el siguiente paso ha consistido en la creación de un nuevo proyecto Android en Eclipse. La versión de Android escogida para este proyecto ha sido Jelly Bean (4.1.2) ya que es la más usada actualmente. Aunque la versión mínima requerida para usar la aplicación será Froyo (2.2).

A partir de este momento, se crearon las clases necesarias para implementar el diseño de la aplicación y se escribió el código necesario para ofrecer todas las funcionalidades requeridas.

El proyecto Android para Eclipse con todo el código Java está incluido en el CD que acompaña a este documento.

3.4 Pruebas

Se realizaron las siguientes pruebas sobre el sistema:

- Correcto funcionamiento de la aplicación cliente. Se ha realizado un proceso de testeo comprobando que todas las funcionalidades de la aplicación cliente se desarrollan de manera adecuada.
- Localización geográfica adecuada de un cliente en el mapa de la aplicación. Se ha comprobado que la aplicación nos muestra nuestra posición geográfica en tiempo real al estar en el área geográfica del Campus Sur, siempre que nos situemos en un lugar al aire libre. En el interior de los edificios la posición calculada no será tan precisa debido a la dificultad del dispositivo móvil para recibir la señal GPS en este entorno.
- Correcta comunicación concurrente de varias aplicaciones cliente con el servidor Smallworld. Se han realizado pruebas satisfactorias haciendo consultas desde varios dispositivos móviles.

4 Presupuesto

El presupuesto necesario para llevar a cabo el proyecto ha sido bastante reducido.

El hardware necesario ha consistido en un equipo portátil y un dispositivo móvil con S.O. Android.

Respecto al software, todo el entorno de desarrollo para aplicaciones Android puede ser descargado de Internet gratuitamente. Sin embargo, para obtener el software instalado en el servidor hay que comprar las licencias pertinentes aunque ya se mencionó anteriormente que se puede obtener software libre y de forma gratuita que cumpla las mismas funcionalidades.

En el supuesto de una implementación del sistema en un entorno de producción real el presupuesto se vería incrementado, siendo necesaria la adquisición de una máquina servidora con algún mecanismo de alta disponibilidad y la contratación de un administrador del sistema y un desarrollador Android que realizasen las tareas de administración y mantenimiento.

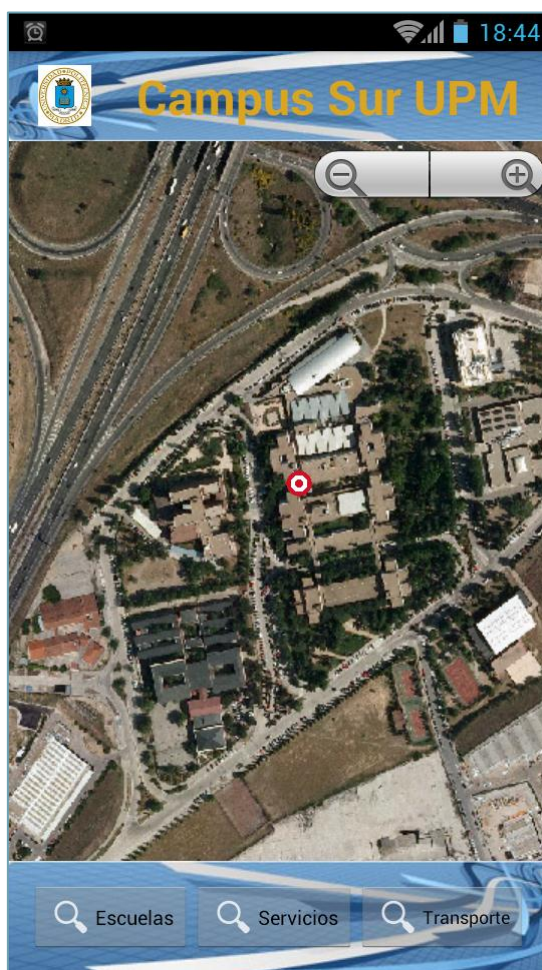
Las cifras orientativas serían las siguientes:

- Coste del hardware:
 - Servidor Linux (dependiendo del número de usuarios) $\approx 1200\text{€} - 6000\text{€}$
- Coste del software:
 - Licencias Smallworld $\approx 6000\text{€}$
- Coste del personal:
 - Fase de implementación (1 mes):
 - Desarrollador $\approx 15\text{€/hora} \times 160 \text{ horas/mes} = 2400\text{€}$
 - Fase de mantenimiento (duración indefinida):
 - Administrador $\approx 15\text{€/hora} \times 20 \text{ horas/mes} = 240\text{€/mes}$
 - Desarrollador $\approx 15\text{€/hora} \times 20 \text{ horas/mes} = 240\text{€/mes}$

5 Manual de usuario de la aplicación cliente

A continuación se describe el flujo de acciones que puede llevar a cabo un usuario para interactuar con la aplicación cliente:

Al iniciar la aplicación, aparecerá la siguiente ventana con el mapa inicial del campus y la posición geográfica actual del usuario:

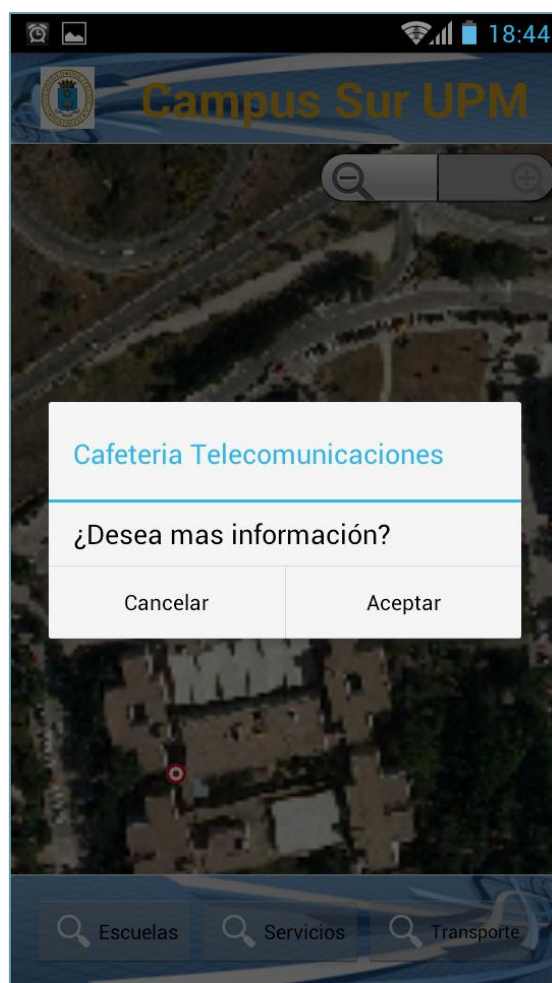


En esta ventana, el usuario podrá acercar o alejar la vista del mapa con los controles de zoom de la parte superior derecha. Además, podrá desplazarse por el mapa arrastrando el dedo por la pantalla.

También podrá realizar una pulsación prolongada sobre un edificio del mapa para conocer más información acerca de dicho edificio.

Por último, el usuario podrá pulsar los botones de la parte inferior para buscar los elementos correspondientes.

Cuando el usuario realice una pulsación prolongada sobre un edificio, aparecerá el siguiente diálogo:



Si el usuario pulsa “Aceptar”, se abrirá la pantalla de información del edificio seleccionado.

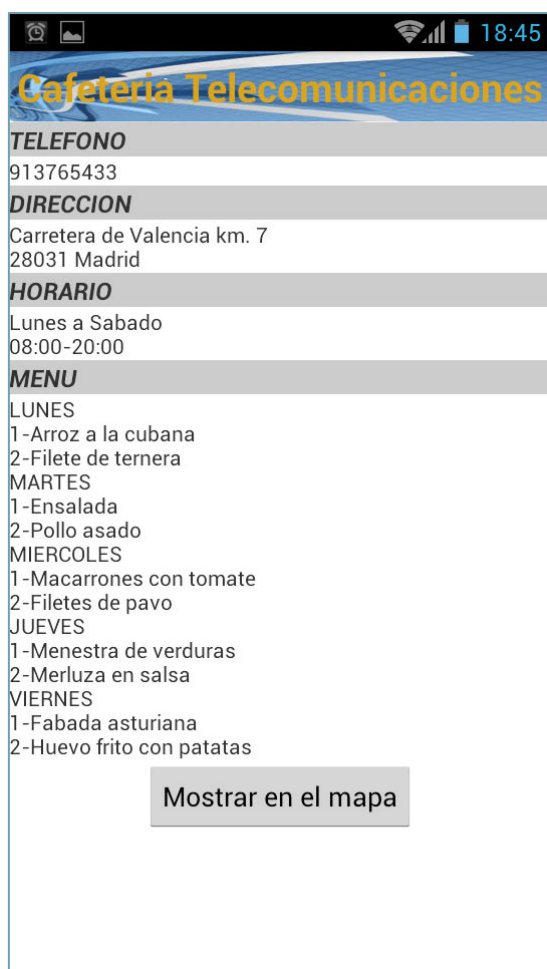
Si pulsa “Cancelar” retornará a la pantalla del mapa.

Si el usuario pulsa cualquiera de los botones de la parte inferior, aparecerá una lista con los elementos existentes del tipo seleccionado. Por ejemplo, si el usuario pulsa sobre el botón “Escuelas”, aparecerá la siguiente pantalla:



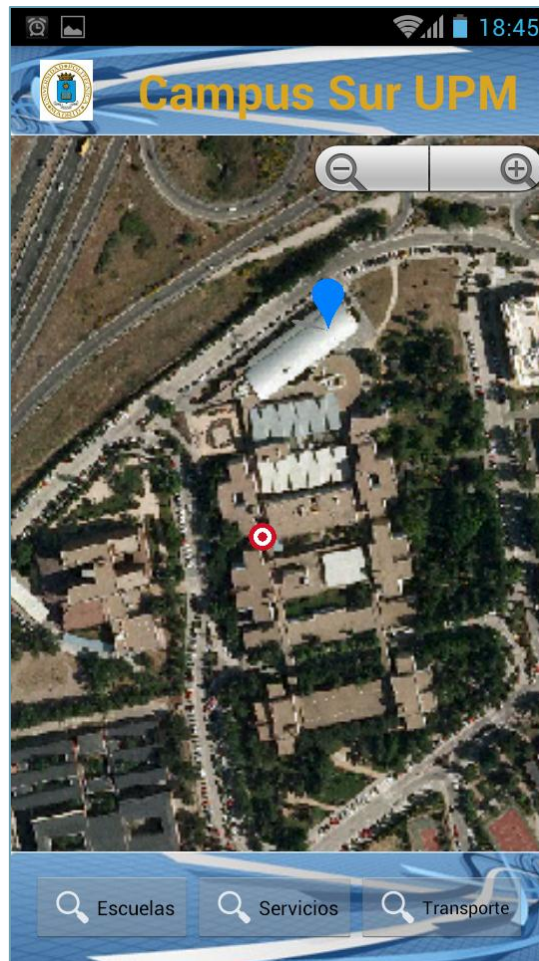
Si el usuario pulsa sobre cualquiera de los elementos de la lista, se abrirá la pantalla de información del elemento seleccionado.

La pantalla de información de un elemento a la que accede un usuario al seleccionar un elemento es la siguiente, por ejemplo, al seleccionar “Cafetería Telecomunicaciones”:



Si el usuario pulsa el botón “Mostrar en el mapa”, aparecerá la pantalla del mapa con un símbolo indicador de la situación geográfica del elemento en cuestión.

Por ejemplo, la siguiente pantalla muestra el resultado de pulsar éste botón para el elemento “Cafetería Telecomunicaciones”:



6 Mantenimiento

El mantenimiento del SIG Campus Sur constará de las siguientes tareas:

- Actualización de los elementos en la base de datos.
- Inserción de nuevos elementos en la base de datos.
- Actualización de la aplicación cliente para dotarla de mayor funcionalidad.
- Supervisión del correcto funcionamiento del servidor.

Todas estas tareas podrán ser llevadas a cabo por el administrador del sistema y por un desarrollador de aplicaciones Android.

7 Conclusiones

La realización de este proyecto me ha supuesto un aprendizaje más profundo de las tecnologías aplicadas en su desarrollo, cómo el desarrollo de aplicaciones Android y la implementación de un SIG.

Desarrollo de aplicaciones Android:

Gracias al desarrollo de la aplicación cliente, he conseguido obtener un conocimiento mayor de este sistema operativo. La amplia documentación que Google pone a disposición de los desarrolladores de aplicaciones ha sido de gran ayuda en la fase inicial del desarrollo de la aplicación. Además de esta documentación, la consulta de foros y blogs de la extensa comunidad de desarrolladores Android que se encuentra disponible en la web, ha sido clave en la resolución de los problemas que me han surgido en la implementación de la aplicación.

Implementación de un SIG:

A lo largo de la realización de este proyecto, he obtenido una visión más completa de los componentes necesarios para el despliegue de un SIG. Por ejemplo, la importancia de definir un buen modelo de datos de forma que la información quede almacenada de manera estructurada y sencilla para su posterior consulta, o la importancia de almacenar los datos geográficos en un sistema de coordenadas adecuado que permita la transformación a otros sistemas de coordenadas de uso general.

Además, he aprendido la manera de realizar un proyecto software de manera sencilla, ordenada y precisa.

El resultado final ha sido satisfactorio, he conseguido hacer funcionar el sistema de forma adecuada y podría tomarse este proyecto como inspiración para una implementación real de un SIG para la consulta de información geográfica por parte de los alumnos de cualquier campus universitario.

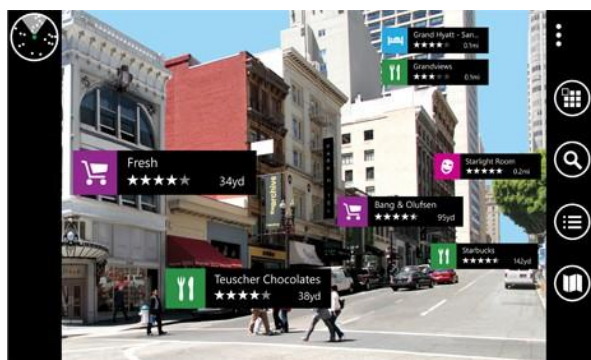
8 Trabajos futuros

8.1 Realidad aumentada

La realidad aumentada es una nueva tecnología en plena expansión que permite obtener información digital a partir de elementos del mundo real. Se trata de una nueva visión directa o indirecta de una realidad mixta en tiempo real.

Mediante la realidad aumentada se pueden superponer imágenes o textos virtuales sobre la realidad que podemos ver a través de una pantalla. Por ejemplo, sobre la visión de una calle del mundo real que obtenemos a partir de la cámara de un dispositivo móvil, podríamos obtener información acerca de los restaurantes, tiendas y hoteles que estamos enfocando.

Las siguientes imágenes son un buen ejemplo de cómo el mundo virtual se combina con el mundo real abriendo una nueva y revolucionaria forma de interactuar con el entorno que nos rodea.



Además, podríamos pulsar sobre cualquiera de estos sitios para conocer las opiniones de otros usuarios y obtener más información acerca de estos lugares.

Gracias a la gran expansión que están teniendo las aplicaciones móviles, la realidad aumentada ha dejado de ser algo desconocido fuera de las películas y de la industria aeronáutica. En la actualidad existen varias aplicaciones que han utilizado esta tecnología, dos de las más famosas son Layar y Wikitude.

Por otro lado, el reciente desarrollo de las gafas “inteligentes” o Google Glass Explorer Edition, explotará de una manera más acentuada el concepto de realidad aumentada, ya que permitirá a los usuarios observar la realidad mediante un visor virtual de forma continuada.



Respecto al proyecto actual, se entiende rápidamente que la tecnología de realidad aumentada supondría una mejora en la interfaz que los usuarios podrían manejar. Simplemente enfocando con la cámara de su dispositivo móvil hacia cualquier elemento del campus se podría obtener la información georreferenciada almacenada en el servidor. Esto mejoraría mucho la experiencia de uso de cualquier aplicación cliente SIG y, por lo tanto, sería una buena forma de ampliar y mejorar la aplicación cliente del SIG Campus Sur.

8.2 Posicionamiento en el interior de edificios

Una de las limitaciones que he descubierto en la realización de este proyecto ha sido el posicionamiento en el interior de los edificios. Actualmente la tecnología disponible en los dispositivos móviles no permite obtener una óptima precisión, debido a la dificultad de recepción de la señal GPS en estos lugares.

Actualmente existen varios proyectos que tratan de dar solución a este problema, aunque están en una fase preliminar. Por ejemplo, Google ya dispone de este servicio en algunos aeropuertos y centros comerciales. Algunos otros son:

- WiFiSlam (recientemente adquirido por Apple)
- Navizon Indoor Triangulation System (I.T.S.) - <http://www.navizon.com>
- IndoorLBS - <http://www.indoorlbs.com>

Mejorar este aspecto en un futuro, podría dotar de mayor funcionalidad al SIG Campus Sur UPM, pudiendo almacenar la información del interior de las escuelas como la localización de aulas, laboratorios, impresoras y otros elementos situados en el interior de los edificios que componen el campus.

9 Bibliografía

Web Wikipedia -

http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_Informaci%C3%B3n_Geogr%C3%A1fica

Web IGN (Instituto de Información Geográfica) -

<http://www.ign.es/ign/layoutIn/actividadesSistemaInfoGeografica.do>

http://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_geographic_information_systems_software

<http://www.ncgia.ucsb.edu/giscc/units/u133/u133.html>

http://www.geog.ubc.ca/courses/geog570/talks_2001/internetgis.htm

http://en.wikipedia.org/wiki/Geographic_information_system

<http://en.wikipedia.org/wiki/OpenLayers>

<http://openlayers.org/>

<http://en.wikipedia.org/wiki/WikiMapia>

<http://en.wikipedia.org/wiki/OpenStreetMap>

http://www.idee.es/show.do?to=pideep_pidee.ES

<http://www.marm.es/es/cartografia-y-sig/temas/default.aspx>

http://www.idee.es/CatalogoServicios/CatServ/directorio_servicios.html#Servicios_web_Nacionales

<http://www.slideshare.net/SIGSI/servidores-geograficos-presentation>

Documentación incluida en los productos Smallworld

Proyecto fin de carrera desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles sobre la plataforma Android de Google; Autor: Jaime Aranaz Tudela

http://es.wikipedia.org/wiki/Realidad_aumentada

<http://blog.viadeo.com/es/2011/11/17/realidad-aumentada-ejemplos-que-e/>

http://en.wikipedia.org/wiki/Indoor_positioning_system